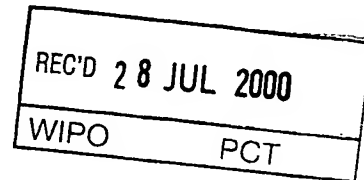


PCT/DE 00 / 01759  
10/018796  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



4

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

DE<sup>00</sup>/01759

**Aktenzeichen:** 199 28 998.0  
**Anmeldetag:** 24. Juni 1999  
**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE  
**Bezeichnung:** Elektronische Schaltungsanordnung zur Erzeugung  
einer Sendefrequenz  
**IPC:** H 03 B, H 03 C, H 04 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Anmeldung.

München, den 06. Juli 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

AQUKRS



## Beschreibung

## Elektronische Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Sendefrequenz

5

Die Erfindung betrifft eine elektronische Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Sendefrequenz für einen Sender/Empfänger.

10

Den Erfindern sind aus dem Stand der Technik ähnliche Schaltungsanordnungen bekannt, um in einem TDMA-Funksystem (zum Beispiel DECT, GSM, PHS) entsprechende Sendefrequenzen zu erzeugen. Die Abkürzung TDMA steht für "Time Division Multiple Access". Eine derartige Anordnung besteht aus einem Oszillator zur Frequenzerzeugung, einem Sendeverstärker, einem Empfänger und einer Steuervorrichtung, welche die zeitliche Abfolge von wechselseitigem Sende- und Empfangszustand bestimmt. Im Allgemeinen wird die Oszillatorfrequenz zur Einstellung des Nachrichtenkanals über die Steuervorrichtung mit Hilfe einer PLL (Phasenregelschleife) zeitlich vor dem Einschalten des Senders eingestellt, da für diesen Vorgang aus technischen Gründen eine gewisse Einstellzeit benötigt wird. Die Erfindung bezieht sich auf den Sendefall in einem solchen TDMA-System deren Anordnung in Figur 1 schematisch dargestellt ist.

25

Das Problem solcher einfachen Schaltungsanordnung besteht darin, daß im Moment des Einschaltens des Sendeverstärkers die Frequenzerzeugung auf Grund eines Lastwechsels im Verstärker oder durch Rückkopplungen gestört wird. Hierdurch wird ein unerwünschter Frequenzsprung erzeugt. Ein solcher Lastwechsel entsteht beispielsweise beim Einschalten des Sendeverstärkers durch die Änderung seiner Eingangsimpedanz. Eine Rückwirkung auf die Frequenzerzeugung kann beispielsweise über eine Einstrahlung von der Antenne, oder durch andere Verkopplungspfade zwischen der Sende-Endstufe und der Fre-

35

Schaltung ist schematisch in der Figur 3 dargestellt.

Zur Lösung des obengenannten Problems ist schließlich die relativ aufwendige Verwendung eines Sendemischkonzeptes, wie es in der Figur 4 schematisch dargestellt ist, den Erfindern bekannt.

Bei diesem Sendemischkonzept werden die Frequenzen zweier Oszillatoren in einer Mischstufe gemischt und die gewünschte Frequenz aus den Mischprodukten herausgesiebt. Da die Oszillatoren ein nichtharmonisches Verhältnis zur gewünschten Frequenz haben, ergibt sich ein hohes Maß an Immunität gegen Lastwechsel und Rückwirkungen. Hierdurch verringern sich die Anforderungen an die Abschirmung, die Abblockung und die Isolationsstufen gegenüber den bekannten Lösungen aus den Figuren 2 und 3 erheblich.

Der größte Nachteil dieses Sendemischkonzeptes besteht im hierfür notwendigen großen technischen Aufwand, da zusätzlich eine Sendemischstufe, ein Oszillator einschließlich einer PLL-Schaltung zur Frequenzstabilisierung und ein Bandfilter benötigt werden. Alleine auf Grund der zusätzlich benötigten elektronischen Komponenten ergibt sich hierfür ein intensiver Kostennachteil gegenüber den beiden vorhergehenden Lösungen.

Ein weiterer Nachteil dieses aufwendigeren Sendemischkonzeptes besteht darin, daß auf Grund der Anzahl der zusätzlichen elektronischen Komponenten die Baugröße einer solchen Schaltungsanordnung zu groß ausfällt.

Beim Sendemischkonzept erweist es sich als besonders problematisch, einen hohen Integrationsgrad zu erreichen, da sich Filter und Oszillatoren beziehungsweise Oszillatorschaltungen beim heutigen Stand der Technik nur sehr schlecht in integrierten Schaltungen unterbringen lassen, beziehungsweise sehr viel

Ein wesentlicher Vorteil dieser Anordnung darin, daß sich mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ein geringeres Phasenrauschen ergibt, als dies mit den zwei Oszillatoren des bekannten Sendemischkonzeptes erreichbar wäre, da nur ein  
5 einziger Oszillator zum Phasenrauschen beitragen kann.

Eine Vereinfachung des Aufbaues der Schaltung wird dadurch erreicht, daß anstelle der Mischstufe mit nachfolgendem Bandfilter ein Einseitenbandmischer (= Image Reject Mixer) verwendet wird. Einseitenbandmischer sind als fertige Bauteile  
10 erhältlich und kompakt in den Schaltungsaufbau integrierbar.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltungsanordnung kann darin bestehen, daß  
15 ein PLL-Schaltkreis zur Stabilisierung verwendet wird, welchem als Eingangssignale eine Referenzfrequenz und entweder die Oszillatorfrequenz oder die Ausgangsfrequenz des Bandfilters oder gegebenenfalls des Einseitenbandmischers zugeführt werden.

20 Weiterhin kann es vorteilhaft sein, wenn der Faktor N des Teilers ein Vielfaches der Zahl der 2 und/oder größer als 1 ist und zwei um  $90^\circ$  zueinander phasenverschobene Ausgangssignale liefert.

25 Die gewünschte Phasenverschiebung um  $90^\circ$  kann erreicht werden, durch die Phasenverschiebung eines Teils des Signals um  $90^\circ$  und Beibehaltung der ursprünglichen Phase für das restliche Teilsignal, oder durch die Phasenverschiebung beider  
30 Teilsignale um jeweils  $+45^\circ$  und  $-45^\circ$ . In beiden Fällen bleibt eine Phasendifferenz von  $90^\circ$ .

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen elektronischen Schaltungsanordnung kann darin bestehen, daß  
35 zusätzlich eine Steuervorrichtung vorgesehen ist, die zum

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

- 5 Die Erfindung soll nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Es stellen im Einzelnen dar:

- Fig. 1-4: Schaltungsanordnungen aus dem Stand der Technik;
- 10 Fig. 5: Schaltungsanordnung mit Mischer und nachfolgendem Bandfilter;
- Fig. 6: Schaltungsanordnung mit Einseitenbandmischer;
- Fig. 7 - 10: Schaltungsanordnungen mit verschiedenen Modulator-Anordnungen;
- 15 Figur 11: Schaltungsanordnung mit Superhet-Empfänger und Nutzung des Oszillators auf der Empfängerseite;
- Figur 12: Schaltungsanordnung mit Einseitenbandmischer und Superhet-Empfänger mit einem Sen-
- 20 de/Empfangs-Bandfilter;
- Figur 13: Schaltungsanordnung mit Einseitenbandmischer und TDMA-Steuervorrichtung.

- 25 Die Figur 1 zeigt eine bekannte Schaltungsanordnung für ein TDMA-Funksystem mit einem Oszillator 2 und einer PLL-Schaltung 1 zur Erzeugung einer möglichst stabilen Frequenz, einer TDMA-Steuerung 3 eines Sendeverstärkers 4 und einer Antenne 5.
- 30 Bei dieser Schaltungsanordnung wird im Moment des Einschaltens des Sendeverstärkers 4 die Frequenzerzeugung über Lastwechsel und/oder Rückwirkungen - angedeutet durch die Pfeile 6 und 7 - gestört und ein unerwünschter Frequenzsprung erzeugt. Der Lastwechsel entsteht beim Einschalten des Sendever-
- 35 verstärkers 4 durch die Änderung seiner Eingangsimpedanz.

der Mischstufe 16 gemischt und die gewünschte Frequenz aus den Mischprodukten über das Bandfilter 17 herausgesiebt.

Werden die Frequenzen der Oszillatoren 2 und 14 so gewählt,  
5 daß sie ein nichtharmonisches Verhältnis zur gewünschten Frequenz haben, ergibt sich ein hohes Maß an Immunität gegen Lastwechsel - also beim Einschalten des Sendeverstärkers - und Rückwirkungen. Hierdurch verringern sich die Anforderungen an Abschirmung, Abblockung und Isolationsstufen gegenüber den  
10 Schaltungsanordnungen aus den Figuren 2 und 3 erheblich. Nachteilig ist der schaltungstechnische Aufwand, da zusätzlich eine Mischstufe 16, ein Oszillator 14 und ein PLL-Schaltkreis 15 zur Frequenzstabilisierung und ein Bandfilter 17 benötigt werden.

15

Die Figur 5 zeigt eine einfache erfindungsgemäße Schaltungsanordnung für ein Funksystem, bei dem ein hoher Grad an Kosteneinsparung durch einen guten Integrationsgrad erreicht werden kann. Als Ausgangspunkt wurde das Sendemischkonzept  
20 gewählt, jedoch auf den zweiten Oszillator verzichtet.

Die Schaltungsanordnung besteht auf der Eingangsseite aus einem einzigen Oszillator 2, der über einem PLL-Schaltkreis 1 stabilisiert wird. Zwischen dem Oszillator 2 und dem PLL-Schaltkreis 1 ist eine Summationsstufe 18 angeordnet, durch  
25 welche ein FM-Modulationssignal 26 eingespeist werden kann. Die Frequenz  $f_{osz}$  des Oszillators 2 wird zu einem Frequenzteiler 19 geführt und die Frequenz  $f_{osz}/N$  erzeugt. Beide Frequenzen  $f_{osz}$  und  $f_{osz}/N$  gelangen danach zur Bildung der Sendefrequenz  $f_s$  zu einem Mischer 32. Im nachfolgenden Bandfilter 22  
30 werden die ebenfalls entstandenen und unerwünschten Nebenfrequenzen ausgefiltert und die gefilterte Frequenz zur Verstärkerendstufe 4 geleitet. Wahlweise kann dem PLL-Schaltkreis 1 entweder die Oszillatorfrequenz  $f_{osz}$  über die Leitung 34 oder

Der Einseitenbandmischer 20 weist typischerweise einen ersten Phasenschieber 21 zur Phasenverschiebung und Teilung der eingehenden Oszillatorfrequenz  $f_{osz}$  und einen zweiten Phasenschieber 22 zur Phasenverschiebung der eingehenden geteilten Oszillatorfrequenz  $f_{osz}/N$  um jeweils  $90^\circ$  auf. Diese jeweils um  $90^\circ$  phasenverschobenen Frequenzen werden in den Mixern 23 und 24 gemischt, in der Summationsstufe 25 überlagert und als gewünschte Sendefrequenz  $f_s$  ausgegeben.

10

Es ist zu bemerken, daß der Zweck der hier dargestellten Phasenverschiebung von  $0^\circ$  und  $90^\circ$  auch durch eine Phasenverschiebung um  $-45^\circ$  und  $+45^\circ$  erreicht werden kann.

15 Auch hier und in allen weiteren Beispielen ergibt sich die gewünschte Sendefrequenz  $f_s$  nach der gleichen, zu Figur 5 beschriebenen Formel.

20 Da sich Frequenzteiler und Einseitenbandmischer mit den heutigen Technologien problemlos integrieren lassen, führt diese Schaltungsanordnung zu einer erheblichen Chip-Flächen-Ersparnis. Weiterhin spart man eine PLL-Regelschleife mit den damit verbundenen externen Komponenten des Schleifen-Filters (engl. "loop-filter").

25

Eine andere erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Sendefrequenz ist in der Figur 7 dargestellt. Hier wird die Oszillatorfrequenz  $f_{osz}$  einerseits einem Teiler 19 zugeführt und andererseits einem Phasenschieber 36 zugeführt. 30 Durch die Verwendung eines durch 2 teilbaren Faktors  $N$  läßt sich die für das Prinzip der Einseitenbandmischung benötigte Phasenverschiebung von  $90^\circ$  vorteilhaft einfach und präzise erzeugen, wodurch sich eine bessere Unterdrückung des unerwünschten Seitenbandes aus dem Mischprozeß ergibt.

35

Im Mischer 32 wird wiederum durch Mischen mit der Oszillatorfrequenz  $f_{osz}$  die Sendefrequenz  $f_s$  einschließlich Nebenfrequenzen erzeugt, die Nebenfrequenzen weitgehend beim Durchgang durch das nachfolgende Bandfilter 33 herausgefiltert und  
5 die verbleibenden Sendefrequenz  $f_s$  zum Sendeverstärker 4 geleitet und über die Antenne 5 abgestrahlt. Ebenso wie in der Figur 5 ist zusätzlich die optionale TDMA-Steuerung 31 dargestellt.

10

Eine weitere Möglichkeit eine Modulation auf das Sendesignal zu übertragen, ist in der Figur 10 dargestellt. Die Schaltungsanordnung entspricht auch hier der einfachen Ausführung aus der Figur 5, jedoch wird eine Modulation nicht der Oszillatorfrequenz überlagert, sondern es ist anstelle des Bandfilters 33 hinter dem Mischer 32 ein Modulator 40 nachgeordnet, dem ein Modulationssignal 41 von einem Basisband zugeführt wird. Es handelt sich also um eine "Kombination" der  
15 Ausführung mit einem IQ-Modulator, mit welchem sich wie bei Figur 8 und 9 dargestellt beliebige Modulationsarten verwirklichen lassen.

20

Die Figuren 5 bis 10 zeigen somit unterschiedlichste Möglichkeiten der Modulation einer erfindungsgemäß erzeugten Sendefrequenz  $f_s$  durch unterschiedlichen Modulationsarten wie beispielsweise GMSK (=gaussian minimum shift keying), nPSK (=n-faches phase shift keying) oder QAM (=quadratur amplitude modulation).

25

In der Figur 11 ist eine weitere Schaltungsanordnung gezeigt, die eine Kombination der Frequenzerzeugung mit einem Superhet-Empfänger darstellt und weitere Vorteile bietet. Der Grundaufbau der Schaltung entspricht der Schaltungsanordnung aus der Figur 6, jedoch ist zusätzlich ein Überlagerungsempfänger 36 mit integriertem Empfangsmischer 37 und dem zusätz-  
35



fangs-Umschalter 28 angeordnet, der zwischen dem Sendeverstärker 4 und dem - gestrichelt angedeuteten - Empfänger 30 umschaltet. Zwischen der Antenne 5 und dem Sende/Empfangs-Umschalter 28 ist der erwähnte Hochfrequenzfilter 29 geschaltet.

Schließlich zeigt die Figur 13 noch eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit einem Einseitenbandmischer 20, wie sie in der Figur 6 beschrieben ist. In diesem Fall wird durch die TDMA-Steuerung 31 jedoch erreicht, daß zum Zeitpunkt des Einschaltens der Sende-Endstufe dem Oszillator-Steuersignal ein Datensignal zur Erzeugung einer Frequenzmodulation überlagert wird.

Dies ist eine Anordnung, wie sie beispielsweise in einem DECT-System mit "Open-loop-Modulationsverfahren" eingesetzt wird. Bei geschlossenem Schalter 32 wird während eines nicht für den Sende-Empfangsbetrieb benötigten Zeitschlitzes der Oszillator 2 über die PLL-Schaltung 1 auf den gewünschten Kanal eingestellt. Kurz vor Sendebeginn öffnet der Schalter 32 und die bis dahin gewonnene Regelgröße wird in einem, in der Figur nicht gesondert dargestellten, Speicherelement gespeichert. Über den Schalter 33 wird während der Aussendung der gespeicherten Regelgröße ein Basisbandsignal zur Erzeugung der DECT-GFSK-Modulation (Gaussian-frequency-shift-keying) überlagert. Durch die erfindungsgemäße Anordnung von Teiler und Mischer beziehungsweise Einseitenbandmischer wird die erforderliche Frequenzstabilität während der Aussendung ermöglicht. D.h. hochfrequente Rückwirkungen von der Sendestufe auf den Oszillator 2 bewirken keinen Frequenzversatz nach Einschalten des Senders.

Insgesamt wird also durch die erfindungsgemäßen Schaltungsanordnungen erreicht, daß einerseits die günstigen technischen Voraussetzungen des Sendemischkonzeptes genutzt werden können

## Patentansprüche

1. Elektronische Schaltungsanordnung zur Erzeugung einer Sendefrequenz für einen Sender/Empfänger mit folgenden Merkmalen: Ein steuerbarer Oszillator (2) zur Erzeugung einer Oszillatorfrequenz ( $f_{osz}$ ), ein Teiler (19) durch einen Faktor N und eine Mischstufe (32) mit einem nachfolgenden Bandfilter (33) sind derart miteinander verbunden, daß die Oszillatorfrequenz ( $f_{osz}$ ) und eine durch den Faktor N geteilte Oszillatorfrequenz ( $f_{osz}/N$ ) der Mischstufe (32) als Eingangssignale zugeführt werden.
2. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß dem voranstehenden Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle der Mischstufe (32) mit nachfolgendem Bandfilter (33) ein insbesondere als „Image Reject Mixer“ ausgebildeter Einseitenbandmischer (20) vorgesehen ist.
3. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß ein PLL-Schaltkreis (1) zur Stabilisierung der Oszillatorfrequenz ( $f_{osz}$ ) vorgesehen ist, welchem als Eingangssignale eine Referenzfrequenz und entweder die Oszillatorfrequenz ( $f_{osz}$ ) oder die Ausgangsfrequenz des Einseitenbandmischers (20) oder des Bandfilters (33) zugeführt werden.
4. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor N des Teilers (19) ein ganzzahliges Vielfaches der Zahl 2 ist und zwei um  $90^\circ$  phasenverschobene Ausgangssignale liefert.
5. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,

10. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator (2) spannungsgesteuert ist.

5

11. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Oszillator (2) stromgesteuert ist.

10 12. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Referenzfrequenz (26) extern zugeführt ist.

15 13. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Teiler (19) und der Mischstufe (32) oder des Einseitenbandmischers (20) ein Modulator (40, 39), vorzugsweise ein Vektor-Modulator (39), angeordnet ist, mit welchem durch Zuführung eines IQ-Modulationsbasisbandsignals am Ausgang der Mischstufe (32) ein modulierte Signal zur Verfügung steht.

20

25 14. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß dem voranstehenden Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das aus dem Teiler (19) gewonnene, um  $0^\circ/90^\circ$  phasenverschobene Signal mit in die Erzeugung der Vektormodulation des Modulators (39) einbezogen wird.

25

30 15. Elektronische Schaltungsanordnung gemäß einem der voranstehenden Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß an deren Ausgang eine Modulationsstufe, vorzugsweise eine Vektor-Modulationsstufe, angeordnet ist, welche eine Modulation des Sendesignals bewirkt.

35

Fig. 1

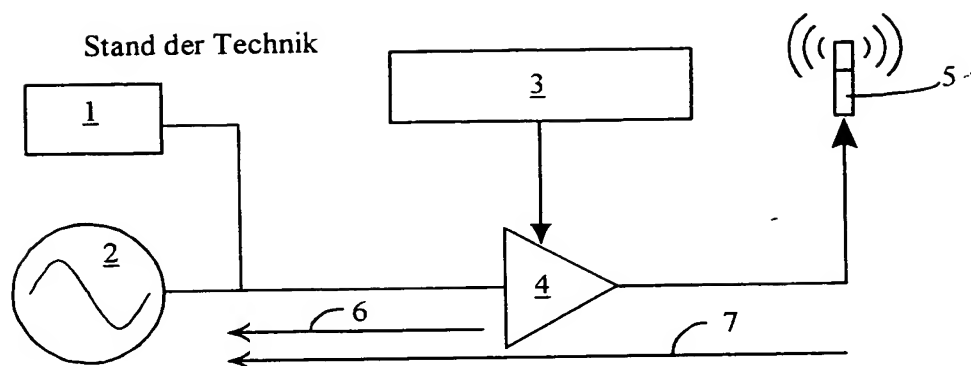


Fig. 2

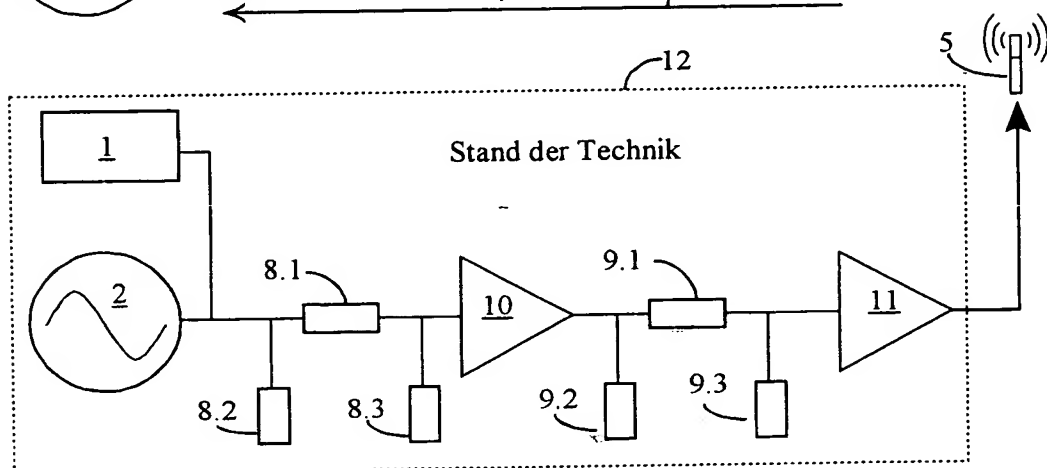


Fig. 3

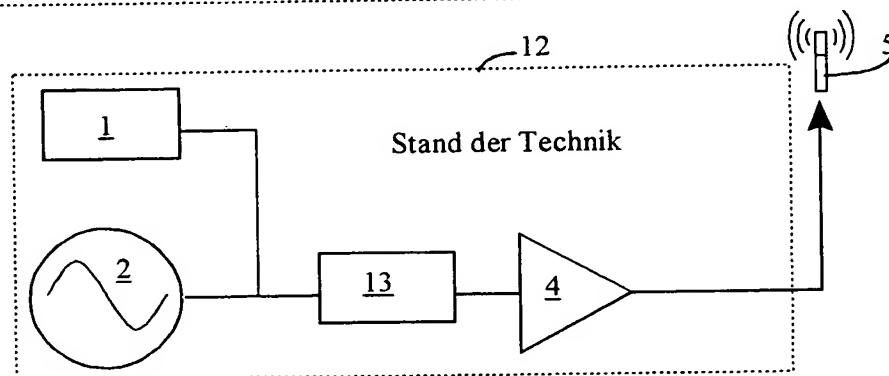


Fig. 4

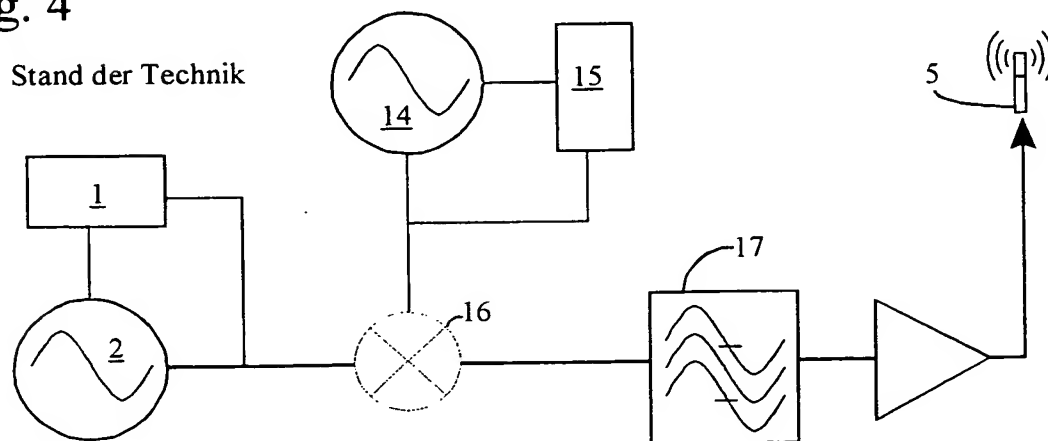


Fig. 6

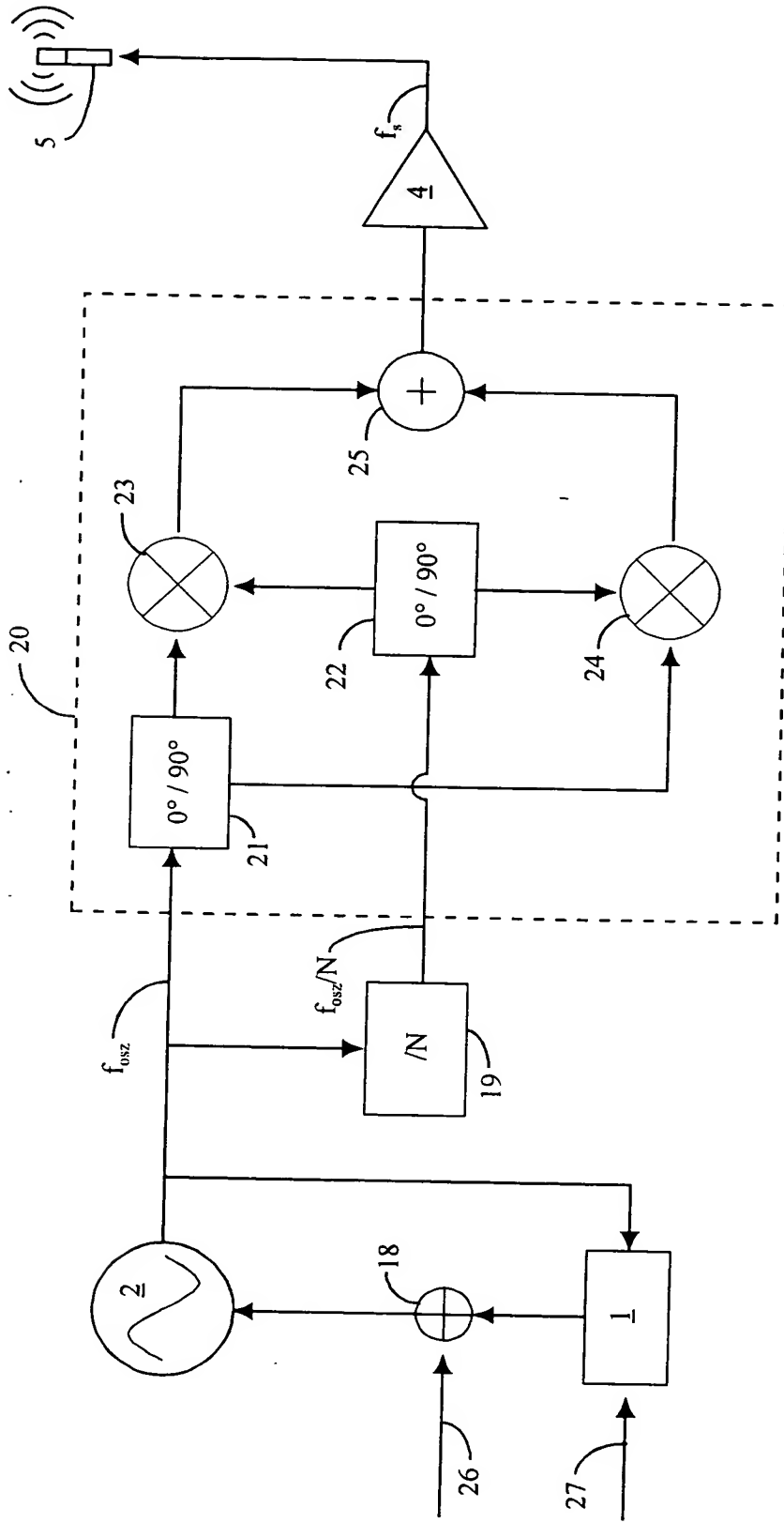


Fig. 8

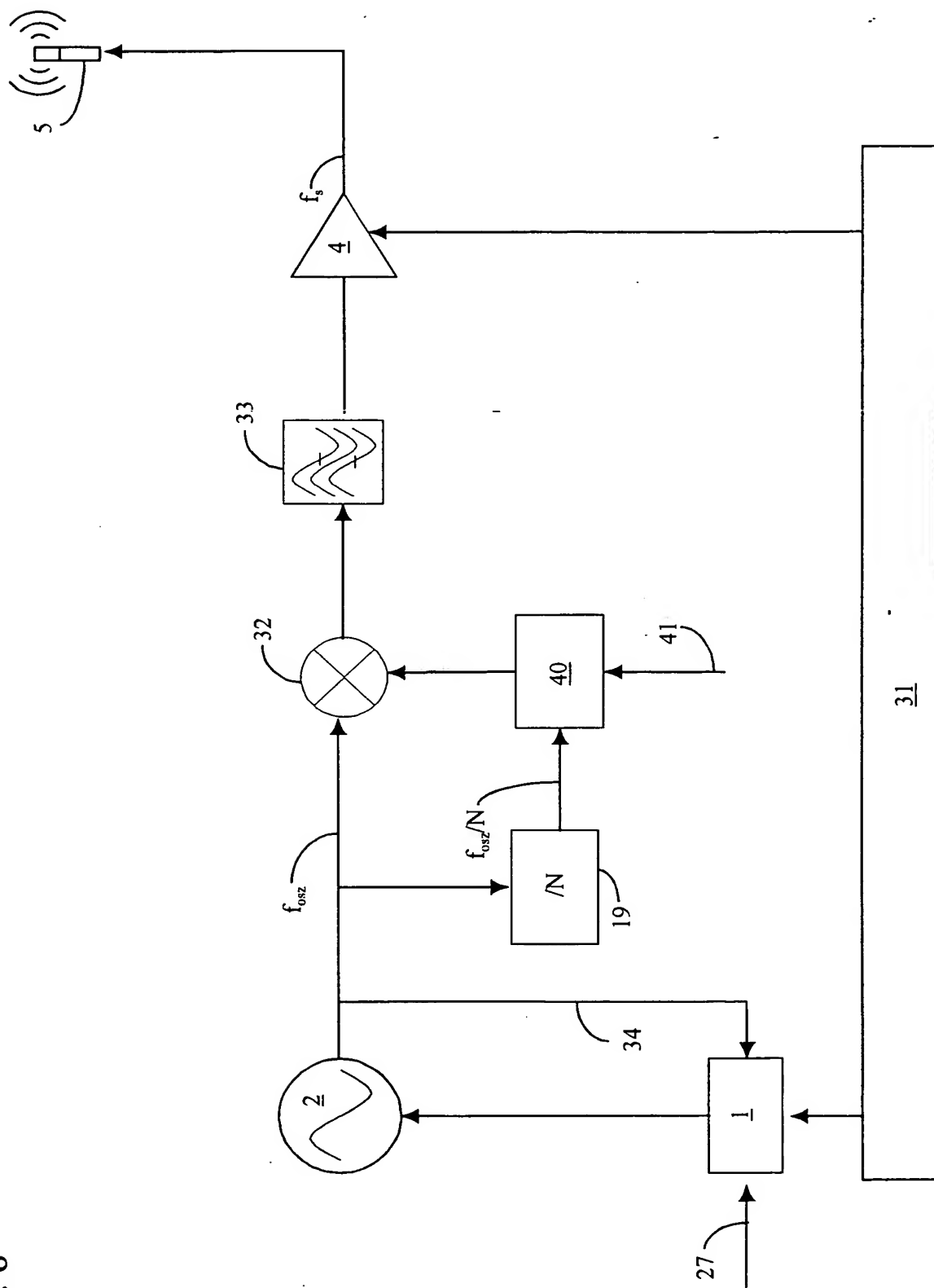


Fig. 10

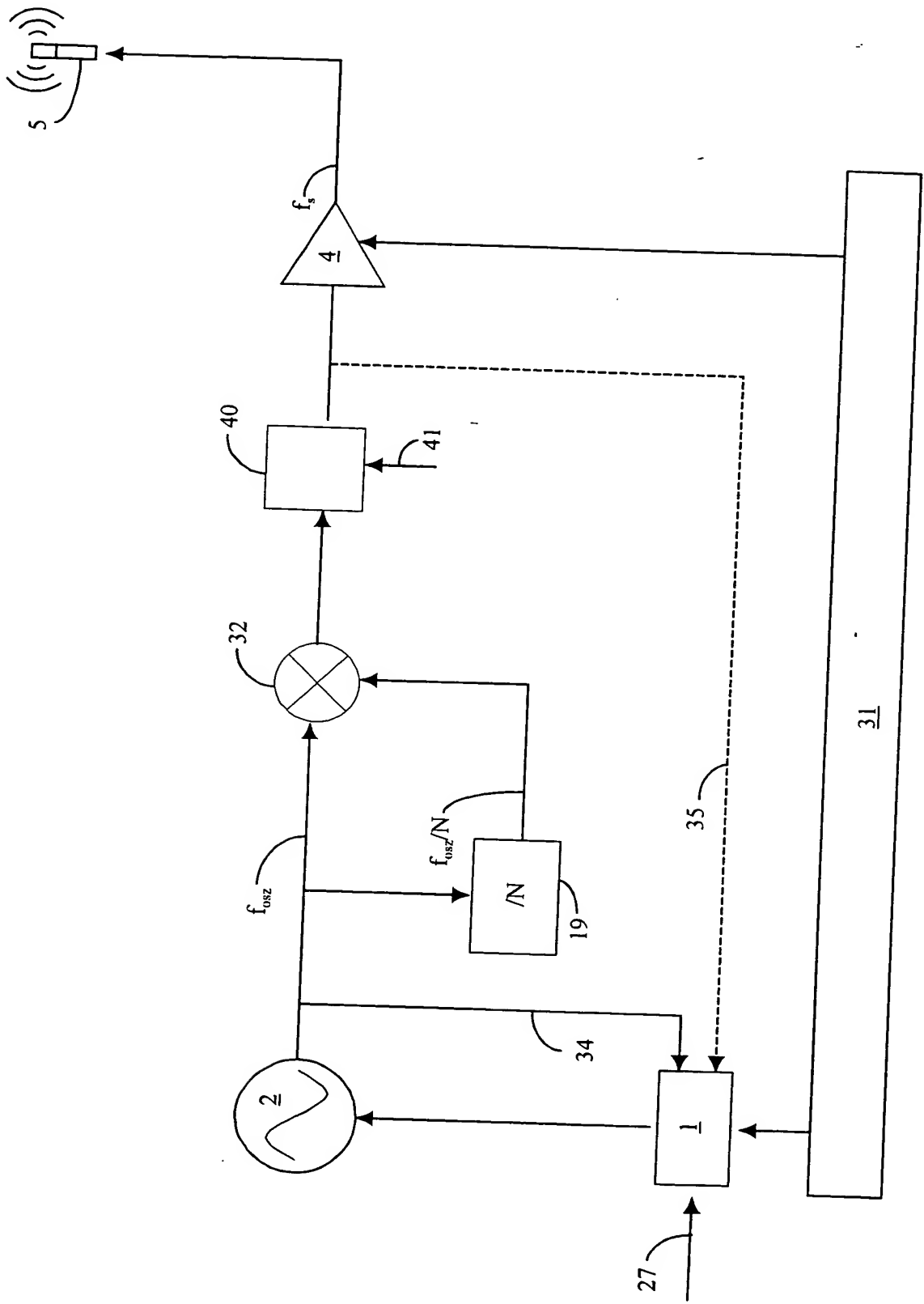


Fig. 12

